

كيف تكون عالمًا ؟

برهن على ذلك

البحث العلمى فى الحياة

سوزان جلاس

الدار الدولية للاستثمارات الثقافية
القاهرة - مصر

البحث العلمي في الحياة

- كيف قام العالم لويس باستير بحل لغز الأنثراكس؟
- هل تنمو النبتات أطول فى الظلام أم فى ضوء الشمس؟
- هل تستطيع الحكم إن كان قمل الخشب يفضل البيئات الرطبة أم الجافة؟

العالم من حولنا ملئ بالأسئلة المشوقة. سوف تمنحك سلسلة «كيف تكون عالما؟» المهارات للعثور على الأجوبة! اكتشف كيف قامت عمليات البحث بتغيير حياتنا، وتعلم كيف تقوم بتخطيط وتصميم عمليات البحث والتحقيق الخاصة بك.

يتضمن كل كتاب فى السلسلة على التالى:
مساعدات بسيطة حول الاختبارات المحددة لتجربتها.
أفكار واقتراحات لوضع خطة عمليات البحث.
أمثلة عن كيف يمكن تطبيق البحث العلمى على الحياة اليومية.

عناوين فى السلسلة:
- استخدم التحليل!: حدد خطوات البحث العلمى.
- برهن على ذلك !: البحث العلمى فى الحياة.
- انتبه!: الأدوات العلمية.

نبذة عن المؤلف:
«سوزان جلاس» مدرسة للمرحلة الابتدائية، وكانت سابقا مدرسة الموارد العلمية ومنسقة معرض العلوم. إنها تحب القيام بالأبحاث المشتركة وقامت بتدوين العديد من الكتب العلمية الأخرى للقراء اليافعين.

نبذة عن المستشار:
«برونوين هوويلز» مستشارة للتعليم لما يزيد على 25عاما من الخبرة فى التعليم الابتدائي. قامت باستنباط مجموعة من المشاريع والمنشورات التعليمية، وتعمل مع مؤسسات تدريب المدارس والمدرسين لتحسين التعليم العلمى.

ISBN 978-977-282-427-2

هاينمان - رينترى
www.heinemann.co.uk/library

International House for Cultural Investments Cairo, Egypt

كيف تكون عالمًا ؟

برهن على ذلك !

البحث العلمى فى الحياة

تحرير

سوزان جلاس

ترجمة

د. مجدى محمود المليجى



How to be a Scientist: Prove it !
Susan Glass
Under license from Capstone Global Library Limited.

كيف تكون عالمًا؟ : برهن على ذلك !
سوزان جلاس
بموجب ترخيص من مكتبة كابستون العالمية المحدودة.

ترجمة : د. مجدي محمود المليجي

مراجعة : رباب زين الدين

رقم الإيداع: 2011/5287
ISBN 978-977-282-427-2

الطبعة الأولى 2011

الدار الدولية للاستثمارات الثقافية ش.م.م
122 عثمان بن عفان - الكلية الحربية - مصر الجديدة - القاهرة - مصر
ص.ب: 5599 هليوبوليس غرب/ القاهرة - مصر
تليفون: (00202) 26391112 - 26391113 فاكس: (00202) 26372122
بريد إلكتروني: info@ihciegypt.com
الموقع الإلكتروني: www.ihciegypt.com

International House for Cultural Investment S.A.E
122 Osman Ebn Affan st., AlKolia AlHarbia - Masr Al-Gedida
P.O.Box: 5599 Heliopolis West, Cairo, Egypt
E-mail: info@ihciegypt.com
Website: www.ihciegypt.com

المحتويات Contents

الأنثراكس	4
البحث العلمى	8
التجارب داخل الفصل	14
الضوابط والاختبارات العشوائية	22
حيوانات ونماذج	30
ربط الأشياء ببعضها	36
وظائف تستخدم البحث العلمى	40
استخدام الرسوم البيانية فى حل المسائل العلمية	44
كيف تسجل المعلومات	45
قائمة المصطلحات	46
أهم المراجع	47
المحتويات	48

تظهر بعض الكلمات بخط ثقيل «**مثل هذا**» وتستطيع معرفة معناها بالرجوع إلى قائمة المصطلحات.

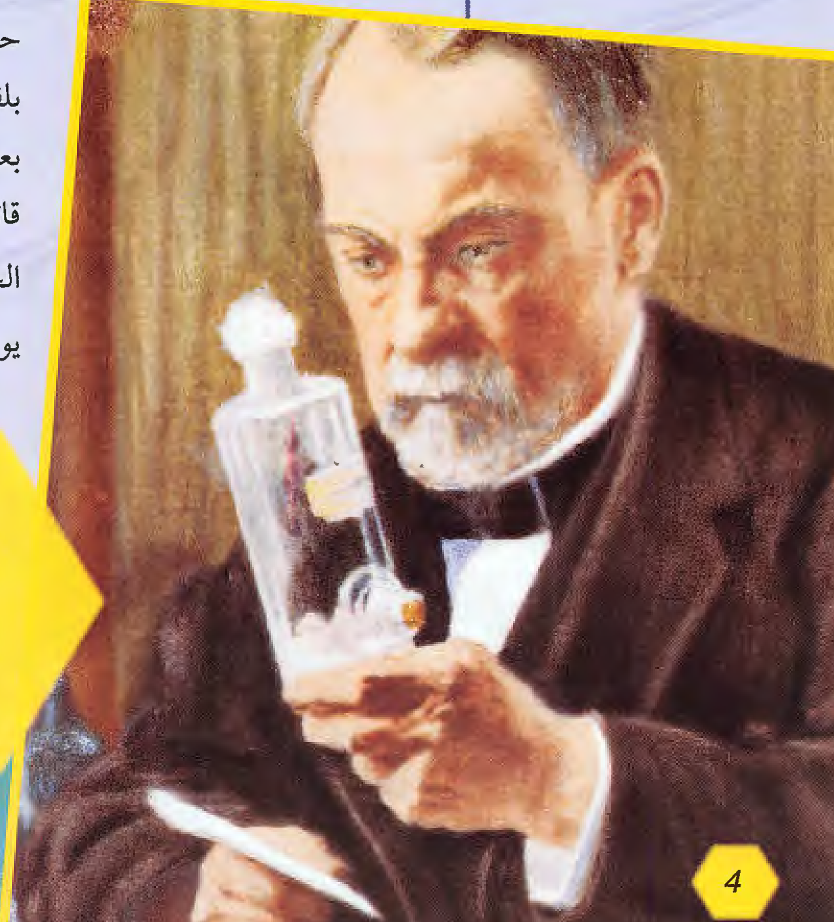
الأنثراكس Anthrax

تَجَمَّعَ فى شهر مايو 1881، (ملايين) من الناس فى «ميلون» بفرنسا، لمشاهدة العالم «لويس باستير»، الذى كان على وشك إثبات أنه يستطيع إنقاذ الحيوانات من **الأنثراكس**. كان هذا المرض قد أدى إلى مقتل نصف الماشية والخراف الموجودة فى فرنسا، وكان المزارعون فى أشد الحاجة لإنقاذ حيواناتهم منه.

كان «باستير» قد قام **بعمليات بحث** عن **بكتيريا** الأنثراكس، واكتشف أن حقن بكتيريا الأنثراكس فى الحيوانات يصيبهم بالضعف والمرض بشكل خفيف، ولكن ليس إلى حد الموت. ثم قام بعد ذلك بإعطائهم جرعة أقوى. واستطاعت أجسام الحيوانات فى هذه المرة التعرف على البكتيريا ودافعت عن أنفسها، ولم تصب الحيوانات بالمرض. لقد صنع «باستير» لقاحًا أدى إلى حماية الحيوانات من هذا المرض المميت.

تم إحضار حوالى 50 خروفًا أمام حشد من الناس. كان نصفهم محقونًا بلقاح «باستير» وبعضهم لم يحقن. و بعد عدة أسابيع تم إعطائهم جرعات قاتلة من الأنثراكس. انهارت معظم الخراف غير الملقحة وماتت خلال يومين بينما عاش كل خروف ملقح.

أنقذ عمل «لويس باستير» الكثير من الناس والحيوانات





يستخدم العلماء البحث العلمى فى أبحاثهم.

العثور على إجابات: Finding answers

وعن طريق **البحث العلمى** استنبط «باستير» لقاح الأنثراكس حيث كان يقوم بفحص **الميكروبات**– وهى أشياء حية غاية فى الضآلة لدرجة أنه لا يمكن رؤيتها إلا بالمجهر (الميكروسكوب). وقام بطرح أسئلة حول الميكروبات وأجرى العديد من التجارب للعثور على إجابات. وقادت عمليات البحث إلى المزيد من الأسئلة والإجابات.

استنبط «باستير» أيضًا باستخدام البحث العلمى لقاحًا للسعار (مرض الكلب). والسعار مرض قاتل يستطيع الانتقال من الحيوانات المسعورة إلى البشر من خلال عضة. وقام بتجربة لقاح السعار على الكلاب، وبالفعل فقد نجح، وكان يريد بشدة تجربته على الناس إلى درجة أنه فكر فى حقن نفسه. ثم قام كلب مسعور بعض صبى فى التاسعة من عمره. فقام «باستير» بحقنه وعاش الصبى!. وكان من شأن الصبى أن يموت إن لم ينجح اللقاح.

هل تعلم؟
DID YOU KNOW?

استخدم «لويس باستير» البحث العلمى ليثبت أن الحرارة تقتل الميكروبات الموجودة فى اللبن والسوائل الأخرى. كلمة البسترة – تسخين الطعام والشراب لقتل الميكروبات– مشتقة من اسمه. من المحتمل أنك تشرب اللبن المبستر. اقرأ المكتوب على العبوة واكتشف ذلك!

الطريقة العلمية : The scientific way

تأتى كلمة علم من كلمة «سينتيا Scientia» القديمة وتعنى «أن تعلم»، والعلم طريقة لدراسة العالم المحيط بنا. إنه بحث مثير عما هو حقيقى. **والبحث** كلمة أخرى للتحقيق. والبحث العلمى هو الطريقة العلمية للكشف عن الأشياء أو التحقيق فيها.

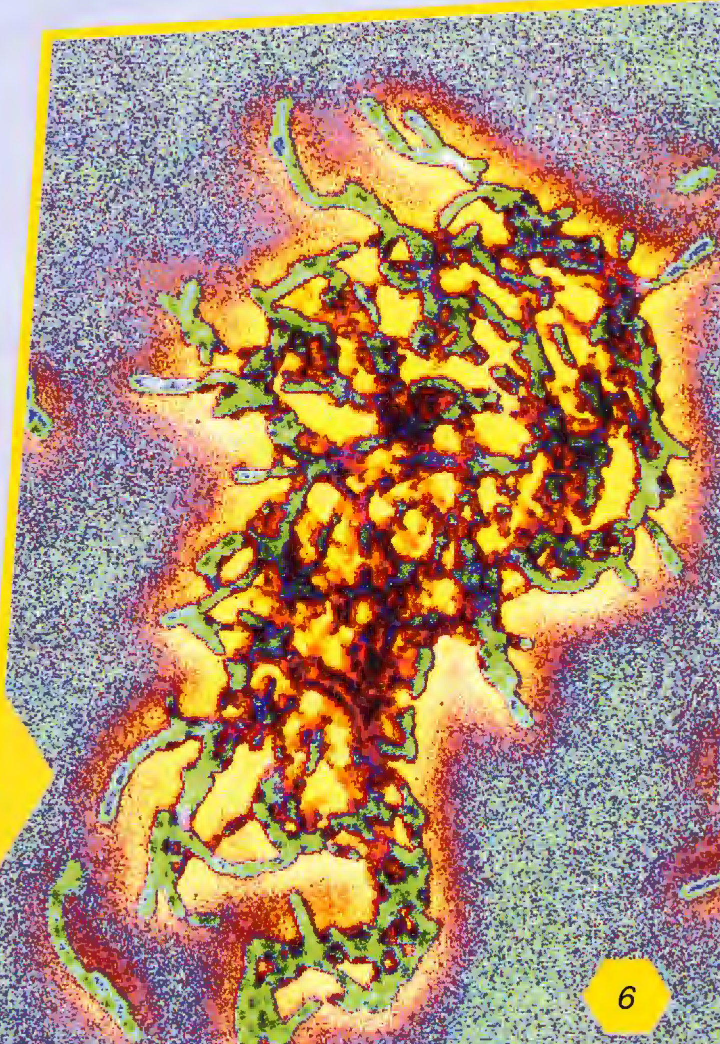
شاهد واسأل: See and ask

يبحث العلماء باستخدام البحث العلمى عن الأشياء بطريقة منظمة مضبوطة. ويبدءون بطرح سؤال، ولابد أن يكون سؤلًا له جواب تستطيع إثباته. كان سؤال «باستير» حول كيفية منع الميكروبات من إصابة الحيوانات والناس بالمرض.

اختبر وأخبر: Test and tell

هناك العديد من الطرق للإجابة على الأسئلة العلمية وإيجاد حل للمشاكل العلمية، لكن هذا الكتاب يركز على عملية البحث، حيث يتم اختبار **التنبؤات**. وتلك التنبؤات تسمى **فرضيات**.

يقوم العلماء بعد تحديد فرضية بوضع خطة وإجراء **اختبار محدد**.



هذه هى بكتيريا الأنثراكس.

استخدم «لويس باستير» نسخة ضعيفة منها فى لقاحه.



حاول ذلك!
TRY IT !

ما مدى دقتك فى الملاحظة؟ خذ حفنة من الصخور. اكتب وصفًا لكل صخرة تعبر عن لونها، وحجمها، وكتلتها، وشكلها، وملمسها، والعلامات الموجودة عليها. انظر إذا كان الآخرون يستطيعون التعرف على كل صخرة من أوصافك.

يأخذ العلماء **قياسات** دقيقة ويحتفظون بسجلات. ولابد أن يقوموا بتقديم أوصاف مفصلة عن الأشياء التى يقومون بها **ويلاحظونها** فى **تجاربهم**. وبهذه الطريقة يستطيع الأخرون فهم وتكرار عمليات البحث الخاصة بهم. من المهم للعلماء تسجيل **أدلتهم** بتدوين ملحوظات. والفيديو والصور أيضًا من الوسائل الجيدة للاحتفاظ بالتسجيلات، فالتسجيلات مهمة.

تثبت **نتائج** البحث أن الفرضية صحيحة أو خاطئة. ويقوم العلماء بعد استكمال التجربة بتقييم نتائجهم ومشاطرتها مع الآخرين.

هذه هى خطوات البحث العلمى:

1- طرح الأسئلة والتنبؤ.

2- وضع خطة لعملية البحث.

3- الحصول، والتسجيل، وتقديم الأدلة.

4- تحليل الأدلة واستخلاص النتائج.

5- تقييم عملية البحث.

استخدم الناس فى أول الأمر البحث العلمى كما نعرفه منذ حوالى 500 سنة ماضية، فى غضون الوقت الذى يطلق عليه **عصر النهضة**. وأنتجت آلة الطباعة المخترعة حديثًا الكثير من الكتب بسرعة كبيرة جدًا. فسمحت الكتب للناس بمعرفة ما يدور فى العالم. وسمحت أيضًا للعلماء بالاطلاع على الأبحاث التى أتمها العلماء الآخرون.

انتشرت المعرفة سريعًا. وقام أشخاص مثل «جاليليو» باختبار أشياء ودونوا كتبًا تدور حول اكتشافاتهم. وعلى سبيل المثال، كان «جاليليو» أول شخص يثبت أن الشىء الثقيل لا يهبط أسرع من الشىء الخفيف عند إسقاطه. ربما كان «جاليليو» أول شخص يستخدم الخطوات العلمية للبحث العلمى التى نستخدمها الآن، وبإمكانك أن تتبعها أيضًا.

لا يلتزم العلماء دائمًا بالخطوات الخمس الخاصة بالبحث العلمى (انظر صفحة 7). فهم يقوموا أحيانًا بالبحث بطرق أخرى. وقد يقومون بالتصميم، وعمل أشياء، وجمع معلومات، أو وضع أشياء فى مجموعات. قد تختلف طرق العلماء فى بحث الأشياء، لكن من المهم لهم استيعاب كيفية القيام بعمليات البحث العلمية.

يقوم عالم عصر النهضة «أندرياس فيساليوس» فى هذه اللوحة المرسومة بدراسة الجسم البشرى.





هل تعلم؟
DID YOU KNOW?

قبل عصر النهضة اعتاد الناس على التفكير فى أحد الأسئلة وهو: «ما عدد الملائكة الذين يستطيعون الوقوف على رأس دبوس؟». وهذا ليس سؤالًا تستطيع بناءًا عليه وضع خطة لاختبار محدد. إنه لا يصلح كسؤال علمى لأنك لا تستطيع بحثه لإثبات الإجابة.

الأسئلة العلمية: Scientific questions

يبدأ العلم بسؤال، لكن ليس أي سؤال. يجب أن يكون سؤالًا له إجابة تستطيع إثباتها. فإن كان سؤالًا مثل «كيف أصنع **نموذجًا** لبركان؟ «أو» كيف أصنع مغناطيسًا كهربائيًا؟» فكل ما عليك عمله هو اتباع التعليمات لصنعه، وبذلك فإنه فى الحقيقة ليس عملية بحث. إنه مجرد اتباع للتعليمات.

تخيل أنك تريد وضع خطة عملية بحث مع كلبك. يجب عليك أولًا أن تطرح سؤالًا. «ما الذى يفكر فيه كلبى؟» هذا من الصعب إثبات جواب له مما لا يجعله اختيارًا جيدًا. لكن «هل يفضل كلبى صنف «أ» من طعام الكلاب على صنف «ب»؟» يمثل سؤالًا تستطيع إجابته باختبار محدد.

الأسئلة العلمية لها إجابات من الممكن إثباتها

اسأل، وتنبأ، وخطط Ask, predict, and plan

الفرضية هى أن تتنبأ ما هى إجابة السؤال. إنها تعتمد على ملاحظات وبحث. ربما رأيت كلبك يأكل صنف «أ» من طعام الكلاب، وجعلتك تلك الملاحظة تفكر: «كلبى يفضل صنف «أ» من الطعام أكثر من صنف «ب»». قد تكون تلك فرضيتك.

بمجرد أن يكون لديك فرضية، تصبح الخطوة التالية من البحث العلمى تصميم تجربتك. أخذ القياسات جزء مهم من أي عملية للبحث، لأن مجرد النظر إلى شىء لا يكون دائمًا دقيقًا. ولابد بدلًا من ذلك من أن تقوم بوزنه أو أن تستخدم وعاء قياس. فالقول «إنه أكل أكثر من صنف «أ»» لن يكون علميًا. إلا أن القول «إنه أكل ملء نصف قدح» أو «إنه أكل 100 جرام» من صنف «أ» يكون علميًا. تسجيل القياسات مهم مثل أخذها.

يجرى العلماء التجارب لاكتشاف إن كانت فرضياتهم صحيحة.





استخدم القياسات. غيِّر متغير واحد فقط فى كل مرة. المتغير هنا هو صنف الطعام.

الاختبار المحدد: A fair test

(المتغيرات) أشياء من الممكن تعديلها. و (المتغير الحر) هو شيء يستطيع أن يجعل أى متغير خاضع يتصرف بشكل مختلف. سوف يكون المتغير الحر الذى تختبره فى هذه التجربة هو صنف طعام كلبك. والمتغير الخاضع فى هذا البحث هو الكمية التى يأكلها الكلب. سوف تقوم بتعديل المتغير الحر (صنف الطعام) لتتبين إذا كان له تأثير على المتغير الخاضع (كمية ما يأكله الكلب). التعديل لمجرد متغير واحد يسمى اختبارًا محددًا.

حاول التفكير فى كل شيء قد يجعل كلبك يأكل كمية أكبر من أحد أصناف طعام الكلاب عن الآخر. قد يكون كلبك أكثر جوعًا فى الصباح عن المساء. يجب عليك تقديم كلا الصنفين فى نفس الوقت.

تحكم فى جميع المتغيرات عدا الشيء الواحد الذى تختبره– أى الصنف. استخدم أوعية متطابقة حتى لا يقوم كلبك بتفضيل وعاء على الآخر. تأكد من أن الطعام طازج بشكل متساو. إذا كان الطعام يأتى بنكهات مختلفة، تأكد من اختيار نفس النكهة لكل صنف (مثل نكهة الأرنب). قم بالاختبار فى نفس الوقت كل يوم. سجل نتائجك بدقة حتى يستطيع آخرون تكرار تجربتك.





كرر الاختبار
مرات عديدة
للتأكد من أن لديك
نتيجة مضبوطة

مرة واحدة ليست كافية Once is not enough

يستلزم البحث العلمى استكمال العديد من الاختبارات. فلو اقتصرت على اختبار اختيار كلبك للطعام فى وجبة واحدة، قد لا يعطيك ذلك صورة صحيحة. قد يكون ما حدث فى ذاك اليوم أنه مال إلى أكل الصنف «ب»، وقد يكون من شأنه غدًا أن يعود إلى الصنف «أ». عليك اختبار فرضيتك على مدى عدة أيام فى نفس الوقت كل يوم لجمع المزيد من الأدلة.

لا يقوم العلماء على الإطلاق باختبار شيء مرة واحدة. فلو قاموا باختبار سماد جديد على نبات واحد ولم ينمو بشكل جيد، لن يستطيعوا التأكد من أن ذلك خطأ السماد، فقد يكون مجرد نبات ضعيف أو قد يكون أحد الأشخاص قد ضغط على الساق بعنف شديد. من يعلم؟ وبدلاً من ذلك، يختبر العلماء الأسمدة على عينة من نباتات الفراولة. و (العينة) عبارة عن مجموعة محدودة تتم دراستها لمعرفة كل شيء عن المجموعة بأكملها.

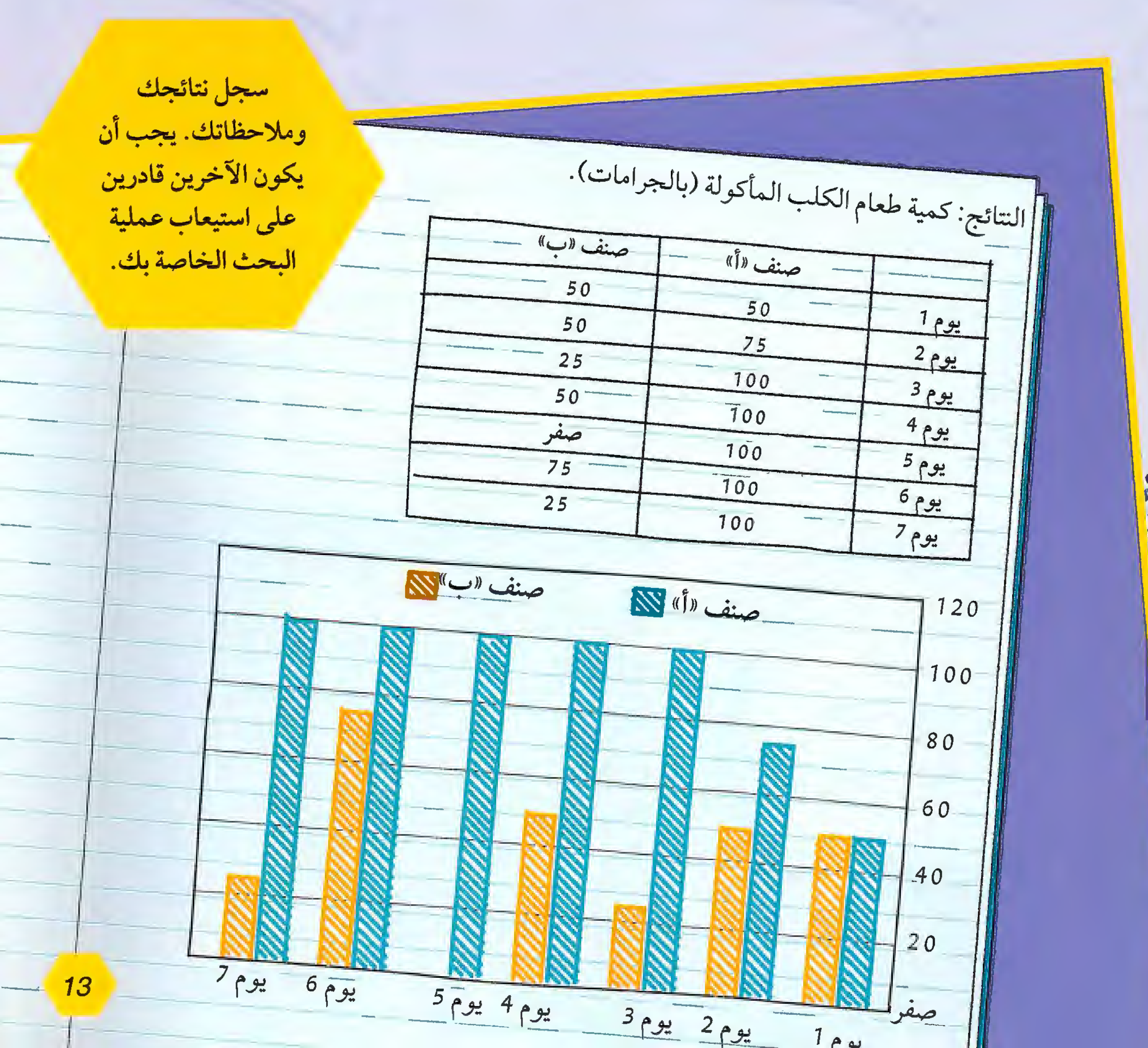
النتائج والتقييم: Results and evaluation

(النتائج) عبارة عما حدث أثناء التجربة. فمن شأن النتائج الخاصة باختبار طعام الكلب أن تكشف لك عن الكمية التى أكلها الكلب من كل طعام فى كل وجبة. عليك تدوين التواريخ التي قمت فيها بالتجربة وكميات كل طعام الكلب التي أكلها كلبك، وعليك أيضًا تدوين أى ملحوظات أخرى قمت بها. هل أكل كلبك كل محتويات أحد الوعائين قبل أن يبدأ فى الآخر؟ هل يأكل دائمًا نفس الصنف أولًا؟ هل تظهر النتائج أى نمط؟

أى تفاصيل تستطيع تضمينها لإعطاء الآخرين فكرة عن كيفية سير عملية البحث تكون مفيدة. يجب عليك عند مشاركة عملية بحث مع آخرين إطلاعهم على نتائجك. الأعمدة **البيانية** أو الخط البيانى أو ربما القرص البيانى طرق جيدة لعرض نتائجك.

كل تجربة لها **نتيجة**. عندما تكون قد أنهيت الاختبار، واطلعت على جميع مذكراتك وقارنت الأرقام، كيف ظهر الأمر؟ هل كانت فرضيتك صحيحة بناء على نتائجك؟ هل ثبت خطؤها؟ لقد فزت فى كلتا الحالتين. المهم هو الوصول إلى الإجابات وليس أن تكون على صواب. فكر فى عملية البحث الخاصة بك. هل كان هناك أى شىء كان من الممكن إجراؤه بشكل مختلف؟ هل يقودك هذا إلى عملية بحث أخرى؟.

سجل نتائجك وملاحظاتك. يجب أن يكون الآخرين قادرين على استيعاب عملية البحث الخاصة بك.



النتائج: كمية طعام الكلب المأكولة (بالجرامات).

	صنف «أ»	صنف «ب»
يوم 1	50	50
يوم 2	75	50
يوم 3	100	25
يوم 4	100	50
يوم 5	100	صفر
يوم 6	100	75
يوم 7	100	25

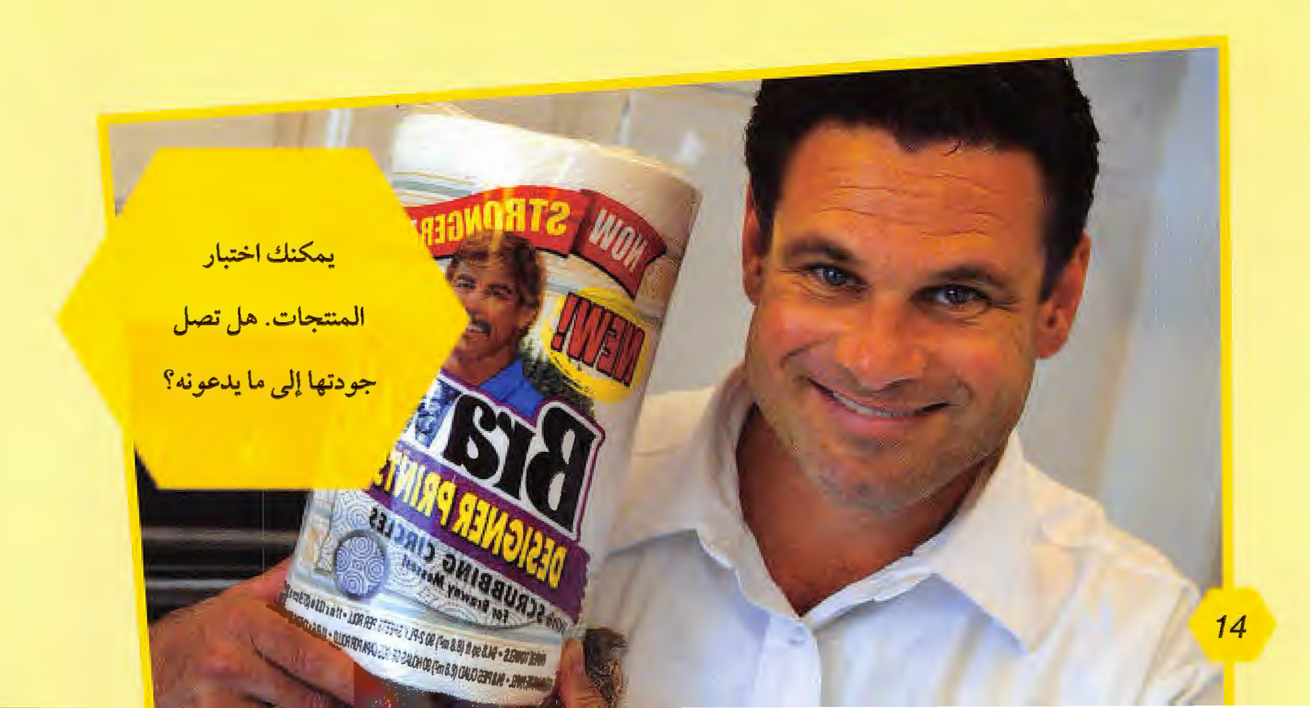
التجارب داخل الفصل Classroom experiments

تستخدم الشركات البحث العلمي لاختبار منتجاتها. وتختبرها **مجموعات العملاء** أيضًا. ويستطيعون بهذه الطريقة تقديم النصح للناس حول أى من المنتجات تصلح للشراء وأيها لا يصلح.

لقد رأينا جميعًا إعلانات تقول أن صنفًا من ورق المطبخ **يمتص** الماء أفضل من الأصناف الأخرى. فقرر طلاب أحد فصول المدرسة أن يقوموا باختبار ورق المطبخ بأنفسهم باستخدام البحث العلمى. واختاروا أربعة أصناف من الفوط الورقية للاختبار، ونستطيع أن نطلق عليهم أصناف أ، ب، جـ، د.

1 طرح الأسئلة والتنبؤ:

طرح الطلاب السؤال: «أي صنف من ورق المطبخ أكثر تشربًا للماء؟» وكان هذا سؤالًا يستطيعون إثبات إجابته عن طريق البحث. وقاموا قبل وضعهم لتنبؤٍ معين بالاطلاع قدر استطاعتهم، وبدءوا بملاحظاتهم الخاصة، وبحثوا الإعلانات، وقراءة الموجود على اللفافات، ولاحظوا أي ورق مطبخ يبدو الأكثر سمكًا. وسألوا أيضًا الأكبر سنًا حول الأصناف التى يستخدمونها وأي منها التى يعتقدون أنه أكثر امتصاصًا للماء. وعندها أصبحوا على استعداد للقيام بوضع التنبؤ.



يمكنك اختبار المنتجات. هل تصل جودتها إلى ما يدعونه؟



كيف تستطيع
تحديد أي صنف
أكثر تشربًا للماء؟

تنبأ الطلاب اعتمادًا على اطلاعهم وملاحظاتهم أن من شأن الصنف «أ» أن يكون أكثر امتصاصًا للماء، وكانت تلك فرضيتهم. وقد اختاروا الصنف «أ» لأنه كان يتمتع بأكثر الأفرخ سمكًا. كان ملمس الأفرخ أسمك وكانت الرزمة المكونة من عشرين فرخًا الأطول عند قياسها، وكانت الإعلانات التجارية ولفافات العبوات للصنف «أ» تقول أيضًا أنه الأكثر امتصاصًا للماء.

2 وضع خطة عملية البحث:

كان على الطلاب تقرير كيفية إجراء عملية البحث. وكانوا محتاجين لطريقة لقياس كمية الماء التى تتشبع بها كل قطعة من ورق المطبخ. وكانت هناك احتمالات عديدة. كان باستطاعتهم قياس قدح واحد من الماء، وغمس فوطة ورقية فيه ثم تسجيل كمية الماء التى أزيلت من القدح. أو كان بإمكانهم سكب ملء ملعقة صغيرة من الماء فى المرة على كل قطعة من الورق وإحصاء عدد الملاعق التى تمتصها كل منها.

3 الحصول، والتسجيل، وتقديم الأدلة:

قرر الطلاب أن أفضل طريقة لاستكمال التجربة هى غمس كل قطعة من ورق المطبخ فى إناء ماء. ثم القيام بعد ذلك بعصر الماء منها فى أبريق قياس وتحديد كمية الماء التى تنتج عن كل قطعة من ورق المطبخ. وقرروا اختبار ثلاث قطع من كل صنف.

تبين للطلاب أن بإمكانهم الحصول على قياس أكثر دقة للماء إذا قاموا بسكبه من أبريق القياس إلى **أسطوانة مدرجة**. وقاموا بتدوين كمية الماء التى يتم عصرها من كل ورقة بالمليليترات. وكان كل ما عليهم القيام به بعد ذلك هو جمع الثلاث كميات لكل صنف لإظهار الصنف الأكثر امتصاصًا للماء.

كان يتم الإمساك بكل فوطة وهى تقطر. وكان يتم عصر كل واحدة بعد 10 ثوان من توقفها عن التقطير.





4 تحليل الأدلة واستخلاص النتائج:

استخدم الطلاب لتسجيل نتائجهم رسمًا عموديًا للمجموع الناتج عن كل صنف. والذى أظهر بوضوح أي منها الأكثر امتصاصًا. وقررت المجموعة معرفة متوسط الكمية الممتصة بواسطة كل صنف عن طريق قسمة كل إجمالى على ثلاثة. وقاموا أيضًا بصنع رسم بيانى للمتوسطات.

امتص صنف «ج» ماء أكثر، وقرر طلاب الفصل اعتمادًا على نتائجهم أن فرضيتهم قد ثبت خطأها، لكنهم تيقنوا من أن عملية البحث كانت ناجحة. لقد تعلموا شيئًا عن طريق استخدام البحث العلمى. قاموا بعرض ملاحظاتهم ورسومهم البيانية عن النتائج على الآخرين.

5 تقييم عملية البحث:

من الممكن أن تقود كل عملية بحث إلى عمليات بحث أخرى. وفكر بعض الطلاب بعد تقييم عملهم أنه كان من شأن الأمور أن تصبح أفضل لو تم وزن الفوط الورقية. قد لا تكون الفوط الورقية قد تم عصرها بنفس الطريقة بالضبط فى كل مرة. وقرر بعض التابعين للمجموعة أنهم يريدون معرفة ورق المطبخ الأكثر قوة، وبدأوا فى وضع خطة لاختبار محدد جديد للكشف عن ذلك.

اعرض نتائجك فى رسوم بيانية أو جداول

	الاختبار الأول	الاختبار الثانى	الاختبار الثالث
صنف أ	19	17	18
صنف ب	13	14	12
صنف ج	22	23	21
صنف د	11	10	12

نمو العفن: Growing mould

اختبار المنتج أحد الطرق التى تؤثر بها الوسائل العلمية على حياة الناس. لكن من الممكن تطبيق الوسائل العلمية على الكثير من الأشياء التى نلاحظها فى العالم المحيط بنا. وعلى سبيل المثال، عندما قام أحد الطلاب بشق رغيف من الخبز كان فى دولاب المطبخ واكتشف وجود عفن فيه.

بدأ فى التعجب عن من أين جاء العفن، وعندما بحث عن كلمة عفن فى دائرة المعارف و في شبكة الإنترنت وجد أن العفن **فطر**. يحصل الفطر على غذائه من أشياء حية أو من شيء ما يأتى من شيء حى. وكان خبزه مصنوعًا من أشياء كانت حية فى يوم ما. فدقيق القمح على سبيل المثال يأتى من النباتات ولهذا فمن الممكن أن يكون الخبز طعامًا لأى فطر! .

وتعجب عن كيفية وصول العفن إلى الخبز. وقرأ أن الفطريات تطلق الكثير من الخلايا المجهرية تسمى **أبواغ (بذرة جرثومة)**. لا يلاحظ الناس الأبواغ لأنها ضئيلة جدًا لا تُرى، لكنها موجودة فى كل مكان تقريباً.

عندما تحط الأبواغ (بذرة جرثومة) على شيء تستطيع استخدامه كغذا و تبدأ فى النمو. يستطيع العفن أن ينمو فى أماكن كثيرة، لكنه ينمو أفضل فى الأماكن الدافئة الرطبة. اقترح الطالب على زملائه أن عليهم المساعدة فى نمو بعض العفن.



يستطيع العفن هضم الخبز. هذه الشريحة مغطاة بالعفن

1 طرح الأسئلة والتنبؤ:

طرح الطلاب موضوع العفن للمناقشة. وأرادوا التوصل إلى سؤال يستطيعون إجابته عن طريق القيام بتجربة. اقترح أحدهم أن عليهم تبين إن كانت أرضية الفصل تحتوى على عدد من أبواغ العفن مماثل للأرض الموجودة بالخارج، وتقبل الفصل الفكرة وطرحوا السؤال: «هل هناك عدد من أبواغ العفن على أرضية الفصل مثل الموجود على الأرض فى الخارج؟».

كان الفصل محتاجًا بعد ذلك لفرضية تعتمد على ملاحظاتهم وبحثهم. وفكروا فى أنه مادام يتم تنظيف الأرضية كل يوم فمن شأن الأبواغ أن تلتقط، ولهذا تنبأوا بأن من شأن الأرضية أن تحتوى على عدد أقل من الأبواغ. طرح الفصل الفرضية: «أرضية الفصل تحتوى على عدد أقل من أبواغ العفن عن الموجود على الأرض فى الخارج».



هذا ما يبدو عليه عفن الخبز عند النظر إليه تحت مجهر قوى

2 وضع خطة عملية البحث:

كان على الفصل وضع خطة لاختبار محدد حول صحة فرضيتهم. كانوا يعلمون أن الميكروبات قد تمثل خطرًا صحيًا. واقترح مدرسهم أن يستخدموا أكياس بلاستيك مغلقة بإحكام لمنع تلامس أى شخص مع الفطر، وفكر الفصل فى أن من شأن الأكياس منع الخبز من الجفاف. فالفطر يحتاج للرطوبة. واقترح أحدهم وضع فوطة ورقية مبللة مطوية فى كل كيس للتأكد من بقاء الخبز رطبًا.

3 الحصول، والتسجيل، وتقديم الأدلة:

أخذ الطلاب رغيف خبز وقاموا بضغط عشر شرائح برقة على أماكن كثيرة مختلفة من الأرض فى الخارج. كان هذا يمثل متغيرهم الحر. ثم قاموا بعد ذلك بوضع كل شريحة فى كيس شطيرة مع فوطة ورقية مبللة. وقاموا بضغط عشر شرائح أخرى على أماكن عديدة مختلفة من أرضية الفصل. وأدخلوا تلك أيضًا فى الأكياس بالإضافة للفوط الورقية المبللة. وتم إغلاق جميع أكياس الشطائر بإحكام. وقاموا بوضع بطاقات على كل كيس «قذارة» أو «أرضية».

ضع بطاقات على الأكياس وأغلقها بإحكام. تحتاج كل شريحة من الخبز نفس الظروف المحكومة.



قام الطلاب بعد ذلك بوضع جميع الأكياس فى صوان (خزانة أو دولاب)، وكانوا متأكدين بتلك الطريقة من عدم لمس أي شخص لها. وتم وضعهم جميعًا فى صوان مع الاحتفاظ بنفس الظروف لجميع الشرائح.

قررت المجموعة أن عليهم مقارنة الشرائح بعد أسبوع من وضعهم لها فى أكياس. وبعد أسبوع، كانت الشرائح التى تم ضغطها على الأرض القذرة تحتوى على عفن أكثر من تلك المضغوطة على الأرضية. كانت كمية العفن تمثل المتغير الخاضع. قام الطلبة بقياس مساحة العفن بوضع مربعات سنتيمترية على أكياس الشطائر. وقاموا بإحصاء وتسجيل المربعات لكل شريحة. وقاموا أيضًا بأخذ صور للشرائح. ثم قاموا بالتخلص من الأكياس دون فتحها للمحافظة على السلامة.

4 + 5 تحليل الأدلة، واستخلاص النتائج، وتقييم عملية البحث:

أظهرت الرسوم البيانية والصور بشكل واضح أن جميع الشرائح العشر المضغوطة على القذارة كانت تحتوى على فطر أكثر. تم إثبات أن فرضية الطلاب كانت صحيحة. وقاموا بمناقشة المتغيرات الأخرى التى من الممكن أن تكون قد أثرت على نمو العفن، مثل الضوء والدفء.



تمثل الصور طريقة جيدة لتسجيل نتائجك. تستطيع الاحتفاظ بسجل مصور عن كيفية ظهور العفن.

الضوابط والاختبارات العشوائية Controls and blind tests

يتبع العلماء نفس العمليات الأساسية عند استخدامهم البحث العلمى. وقد يقوموا أيضًا باستخدام أدوات إضافية لمساعدتهم على استكمال عمليات البحث الخاصة بهم. ومن الأفضل استخدام بعض الأدوات – بما فى ذلك **الضوابط**، والاختبارات العشوائية والحيوانات – مع بعض النوعيات المعينة من التجارب.

الاختبارات المحددة مع ضابط: Fair tests with a control

إنها لفكرة جيدة استخدام ضابط فى بعض الاختبارات المحددة . إنك تتخلص عند استخدام ضابط من المتغير الحر (الشىء الذى تقوم باختباره). تخيل أنك تريد معرفة إن كان مُبَيِض الغسيل يزيل حقًا بقع الحشائش من الغسيل. من شأنك أن تقارن ملابس ملطخة بالحشائش مغسولة بمُبَيِض مع ملابس ملطخة بالحشائش تم غسلها دون مُبَيِض. من شأن تلك المغسولة بالمُبَيِض أن تكون العامل الضابط.

لن تنجح هذه التجربة لرؤية إن كان السماد فعالًا إلا إذا كانت جميع المتغيرات بما فى ذلك ضوء الشمس مضبوطة.

المجموعات الضابطة: Control groups

تعلم العلماء الكثير من الأشياء عن طريق الاستخدام لمجموعات ضابطة. وعلى سبيل المثال، أراد العلماء معرفة إن كان الناس الذين يعيشون مع مدخنين أكثر عرضة للإصابة **بسرطان** الرئة. وقاموا ببحث لمقارنة معدلات سرطان الرئة لهؤلاء الذين يعيشون مع مدخن مع معدلات سرطان الرئة للناس الذين لم يفعلوا ذلك. وكانت المجموعة الثانية هى المجموعة الضابطة. وقد اكتشفوا أن الناس الذين يعيشون مع مدخن يكونون معرضين لخطر أكبر للإصابة بسرطان الرئة. ووصل الأمر إلى أن دراسة أثبتت أن كلاب المدخنين تكون أكثر عرضة للإصابة بسرطان الرئة.



حية مجلجلة تلتهم فريسة. يستطيع العلماء اكتشاف المزيد حول الحيوانات باستخدام البحث العلمى.

هل تعلم؟
DID YOU KNOW?

تلدغ الحيات المجلجلة فريستها وتدعها تذهب بعيدًا. ثم تقوم بتتبع ضحاياها المتسممة قبل التهامها. ظن العلماء أن الحيات تقوم بتتبع الرائحة الخاصة بسمها (مادة سامة). وقاموا بإجراء اختبار محدد مع ضابط. وقاموا بسحب جرذ ميت ملدوغ بحية مجلجلة وقامت الحية بتتبع آثاره. ثم قاموا بسحب جرذ ميت لم يتم لدغه. كان هذا هو الضابط، ولم تقم الحية بتتبعه.

تأثير ضوء الشمس على النباتات Sunlight's effect on plants

أرادت مجموعة من الطلاب معرفة إذا كان ضوء الشمس يجعل النبتات – أى النباتات اليافعة التى تنمو من بذور – تنمو أطول.

1 طرح الأسئلة والتنبؤ:

اطلع الطلاب فى أول الأمر على كل ما يمكن حول البذور والنبتات. وتبينوا أن البذور تحتاج للماء لتنبت. وعلموا أن النباتات تحتاج لضوء الشمس لصنع غذائها. وأسس الطلاب تنبؤهم على تلك المعلومات. وكانت فرضيتهم أن «النبتات سوف تنمو بشكل أطول فى مكان مشمس عنها فى مكان مظلم».

2 وضع خطة عملية البحث:

قرر الطلاب تجربة فرضيتهم عن طريق إجراء اختبار محدد باستخدام البذور. وتأكدوا من أنهم يستخدمون بذورًا من نفس العبوة، وقرروا زرع اثني عشر بذرة نبات فى أوانى متطابقة مع تربة خصبة متطابقة.

3 الحصول، والتسجيل، وتقديم الأدلة:

تم زرع كل نبات على العمق المكتوب على العبوة. أراد الطلاب رؤية كيف يؤثر ضوء الشمس على النمو، ولهذا وضعوا نصف النباتات فى دولاب مظلم ونصفها على رف نافذة مُشْمِسْ.



التقدم هنا من بذرة إلى نبتة طبيعى، الظروف المشمسة موضحة.



كل شيء فى هذا الاختبار المحدد متطابق عدا الضوء.

كان ضوء الشمس هو المتغير الحر. وكان النمو هو المتغير الخاضع. وكانت المجموعة الموجودة فى الظلام هى المجموعة الضابطة. قام الطلاب عند بزوغ النباتات بقياس وتسجيل ارتفاع النبتات كل يومين لمدة أسبوعين.

4 تحليل الأدلة واستخلاص النتائج:

أخذ الطلاب صورًا نهائية للنباتات بعد أسبوعين وقاموا بمراجعة ملاحظاتهم وقياساتهم، وكانت لدهشتهم كل المجموعة الموجودة فى الظلام قد نبتت لطول أكبر عن المجموعة الموجودة فى الشمس. وأثبتت نتائج اختبارهم المحدد أن فرضيتهم خاطئة.

5 تقييم عملية البحث:

أظهرت عملية البحث أن النبتات نمت أطول فى الظلام، لكنها لم تفسر لماذا. هل كانت لديهم أدلة كافية للتأكد مما علموا به؟ فكر أحد الطلاب فى احتمال أن يكون الدولاب الدافئ قد ساعد النبتات على النمو الطويل. فكر آخر أن نبتات الدولاب كانت تبدو طويلة لكنها سقيمة (مريضة). وعندما قاموا بالمزيد من البحث، علم الطلاب أن كل بذرة تحتوى على غذاء يكفى النبات الصغير. يستخدم البرعم هذا الغذاء للاندفاع إلى أعلى إلى أن يعثر على الضوء. وتستطيع الأوراق عندها صنع الطعام للنبات. نمت النباتات الموجودة فى الظلام إلى طول كبير جدًا لأنها كانت تلتمس الضوء. ولكنها لو تركت فى الظلام لمدة طويلة ستموت عندما ينفذ الطعام الموجود فى البذرة.

الاختبارات العشوائية : Blind tests

لو كانت هناك تجربة تتضمن أناسًا بدلا من نباتات، تصبح الأشياء أكثر تعقيداً. فمن الممكن أن يكون الناس **تفاعليين**. وقد يؤثر مزاج الشخص أو حالته أو أفكاره على ما يراه أو تراه أو يفعله . بينما النباتات ليست متفاعلة، وسوف تستجيب دائمًا بنفس الطريقة.

تستطيع توقعات الشخص التأثير على نتائج أى تجربة دون إدراك أى شخص لذلك. وعلى سبيل المثال، إذا آمن شخص بأن أحد الأقراص سوف يجعله أفضل، فمن الممكن أحيانًا لهذا الإيمان أن يجعل هذا يحدث. ولاستبعاد آراء الشخص أو مشاعره من أن يكون لها تأثير على نتيجة أي تجربة، يقوم العلماء بإجراء اختبارات عشوائية. ولا يعلم الشخص الذى يتم إجراء التجربة عليه فى الاختبار العشوائي إن كان جزء من المجموعة الضابطة.

لا يعلم الطبيب ولا المريض فى الاختبارات العشوائية المزدوجة، من سيتلقي العقار الحقيقى.



هل تعلم؟
DID YOU KNOW?

يبدو القرص المموه مثل العقار الحقيقى لكنه لا يحتوى على شيء منه. قد يعتقد المريض أنه سوف يجعله أو يجعلها أفضل. وهذا الاعتقاد يجعل الشخص أحيانًا يشعر بأنه أفضل. هناك اسم لذلك، هو التأثير المموه، وهو مثال على كيفية قدرة اعتقاد الناس التأثير على نتائج الأمور.

الأقراص المموهة: Placebos

يتم كثيرًا استخدام الاختبارات العشوائية فى التجارب الطبية. يتفق الأطباء والمرضى على تلك الاختبارات. عندما يتم اختبار عقار جديد يستخدم الباحثون ضابطًا. يعطي الأطباء أقراصًا تحتوى على العقار لبعض المرضى. ويعطون أيضاً أقراصًا لا تحتوى على العقار لمرضى آخرين، وتلك هى المجموعة الضابطة. تسمى الأقراص بدون عقار الأقراص **المموهة**. يعلم الأطباء والمرضى أن هذا يحدث، ويعلمون أنهم قد يتلقون أقراصًا مموهة.

التجارب العشوائية المزدوجة: Double-blind experiments

لا يعلم المرضى إذا كانوا يتلقون أقراصًا مموهة أم العقار الحقيقى. فلو علموا يستطيع ذلك أن يكون له تأثير على النتيجة. وفى معظم الحالات، لا يعلم حتى الأطباء الذين يعطون الأقراص إن كانوا يعطون العقار الحقيقى أم الأقراص المموهة. فربما يكون من شأن الطبيب لو علم لتصرف بشكل مختلف ويؤثر على النتيجة. عندما لا يعلم سواء الطبيب ولا المريض أى مجموعة هى الضابطة، فذلك يسمى دراسة عشوائية مزدوجة.

اختبار التذوق: Taste test

يجرى العديد من صانعى الأطعمة والمشروبات اختبارات تذوق عندما يريدون معرفة إن كان الناس يحبون مذاق منتجهم. وهم لا يسمحون للمتذوقين أثناء تلك الاختبارات بأن يعرفوا ما هو الصنف. وبهذا الشكل لا تؤثر آراء المتذوقين على النتيجة. إنه اختبار أعمى.

1 طرح الأسئلة والتنبؤ:

قرر أحد الفصول اختبار صنفين من عصير البرتقال. فنظروا إلى ما يدعيه الصانعون عن مذاق العصائر. وسألوا الناس عما يفضلونه. واتصلوا حتى بالسوبر ماركت للسؤال عن الصنف الأكثر مبيعًا. وقاموا بتأسيس فرضيتهم على المعلومات التى قاموا بجمعها. وتنبأوا بأن من شأن الصنف «أ» أن يفوز فى اختبار تذوق.

2 وضع خطة عملية البحث:

فكر الطلاب فى المتغيرات التى تستطيع تغيير ما تتكشف عنه الأمور.وعرفوا أن عليهم التأكد بأن جميع المختبرين لا يعلمون الصنف الذى يشربونه. ولم يكن من شأن حتى الطلاب الذين يقدمون العصير معرفة شيء عنه. وبهذه الطريقة لم يكن باستطاعتهم إفشاء أى شيء للمتذوقين.

3 الحصول، والتسجيل، وتقديم الأدلة:

تم صب صنف «1» فى أكواب مكتوب عليها «شراب 1»، وصب صنف «2» فى أكواب مكتوب عليها «شراب 2» وكان لابد من الحفاظ على جميع المتغيرات الأخرى متطابقة- كمية العصير، ودرجة الحرارة، والطزاجة، ونوعية الأكواب.

هذا اختبار أعمى مزدوج. لا يعلم المقدمون ولا المتذوقون الأصناف.

قام بعض الطلاب بالتذوق وتسجيل ما يفضلونه. واعتنوا بألا يعلم الآخرون شيئًا عن اختيارهم لأن ذلك قد يؤثر عليهم. ثم قام طالب بجمع وإحصاء النتائج، وقامت المجموعة بعرض نتائجها على لوحة. ووضحت النتائج أنه قد تم الإعجاب بالعصائر بقدر متساو.

4 تحليل الأدلة واستخلاص النتائج:

فضل اثني عشر طالبًا شراب «1» واختار اثني عشر طالبًا شراب «2». ومال أربع طلاب إلى كليهما بشكل متساوٍ. ثبت أن الفرضية خاطئة.

5 تقييم عملية البحث:

تساءل الطلاب عما يحدث لو تم تقديم أحد أصناف العصير فى أكواب غير ملونة والآخر ملونة. هل من شأن الناس تفضيل الأكواب الملونة؟ وتعلموا أيضًا أنه في الكثير من اختبارات التذوق التي يجريها صناع المنتج، يتم استخدام آلاف المتذوقين للحصول على صورة واضحة لأية أصناف يفضلونها. وأدى تقييم الطلاب إلى منحهم أفكارًا لأبحاث مستقبلية.

اعرض نتائجك بطريقة سهلة القراءة مثل هذا القرص المرسوم



قد تكون الحيوانات شيقة جدًا لعملية البحث. ويقوم بعض العلماء بتجارب على الحيوانات فى حدائق الحيوان والمختبرات. ويدرس بعض العلماء الحيوانات فى البرية. لقد علموا أشياء حول ذكاء وسلوك الحيوانات. وساعدت دراسات الحيوانات الناس على فهم البشر والطبيعة بشكل أفضل.

الحفاظ على السلامة: Keeping it safe

بحث سلوك الحيوانات لطيف مادمت متأكدًا من عدم إحداث أذى. اطلب من مدرسك النصح إن كنت تفكر فى بحث حيوانات. يتحتم ألا تعانى الحيوانات حتى **اللافقاريات** متناهية الضآلة مثل الحشرات من الألم. يتحتم عليك أن تتذكر أنه لا يجب الاحتفاظ بالأشياء البرية حتى الحشرات لمدة طويلة من الزمن. ويتحتم عليك أيضًا الحفاظ على سلامتك. اغسل يديك بعد لمس الحيوانات ولا تسمح لها بلدغك! وتذكر أيضًا أن الحيوانات معقدة. هناك أشياء كثيرة تستطيع التأثير على سلوكها. قد يكون أكثر صعوبة تحديد ما الذى تسبب فى نتائج تجربة إن كنت تتعامل مع قطط عن إن كنت تتعامل مع نباتات.

يكون العلماء على حذر من الحيوانات وبيئاتها

اختبار الحيوانات المدللة والبرية: Testing pets and wild animals

تستطيع القيام بأبحاث فى المنزل على حيواناتك المدللة. فكر فى سؤال تطرحه تستطيع إجابته بالتجارب. أي عضو فى العائلة يهز كلبك ذيله له أكثر؟ هل يهتم ببغائك بلون طعامه؟ هل يستطيع جرذك المدلل العثور على طريقه خلال متاهة أسرع فى المرة الثانية؟

تستطيع أيضًا دراسة لا فقاريات. القواقع، والنمل، والديدان، ولا فقاريات أخرى، تعتبر حيوانات أيضًا. ماهى نوعية أوراق الشجر التى تفضلها القواقع؟ ويقول العلماء أن النمل يتتبع الأثر الذى تتركه مرشداته. ماذا يحدث لو أزلت الأثر؟ هل يظل باستطاعتهم تتبعه؟ هناك العديد من الاحتمالات للبحث عن الحيوانات لكن كن حريصًا على عدم إيذاء الحيوانات التى تقوم باختبارها.

استخدمت «جين جودال» الصور لتسجيل العديد من ملاحظاتها لسلوك الشيمبانزى.

هل تعلم؟
DID YOU KNOW?

قامت «جين جودال» بدراسة الشيمبانزيات البرية فى أفريقيا. فجلست وراقبتها لسنوات عديدة ملتقطة لعدد كبير من الملاحظات والصور، بذلك زادت معرفتها. وعرفت أنها تستخدم أدوات. وتعلمت أيضًا أنها تستطيع شن الحرب على بعضها البعض كما يفعل البشر تمامًا. وقد ساعدنا عمل «جودال» على فهم كل من الشيمبانزى والبشر بشكل أفضل.

إجراء التجارب على قمل الخشب : Experimenting with woodlice

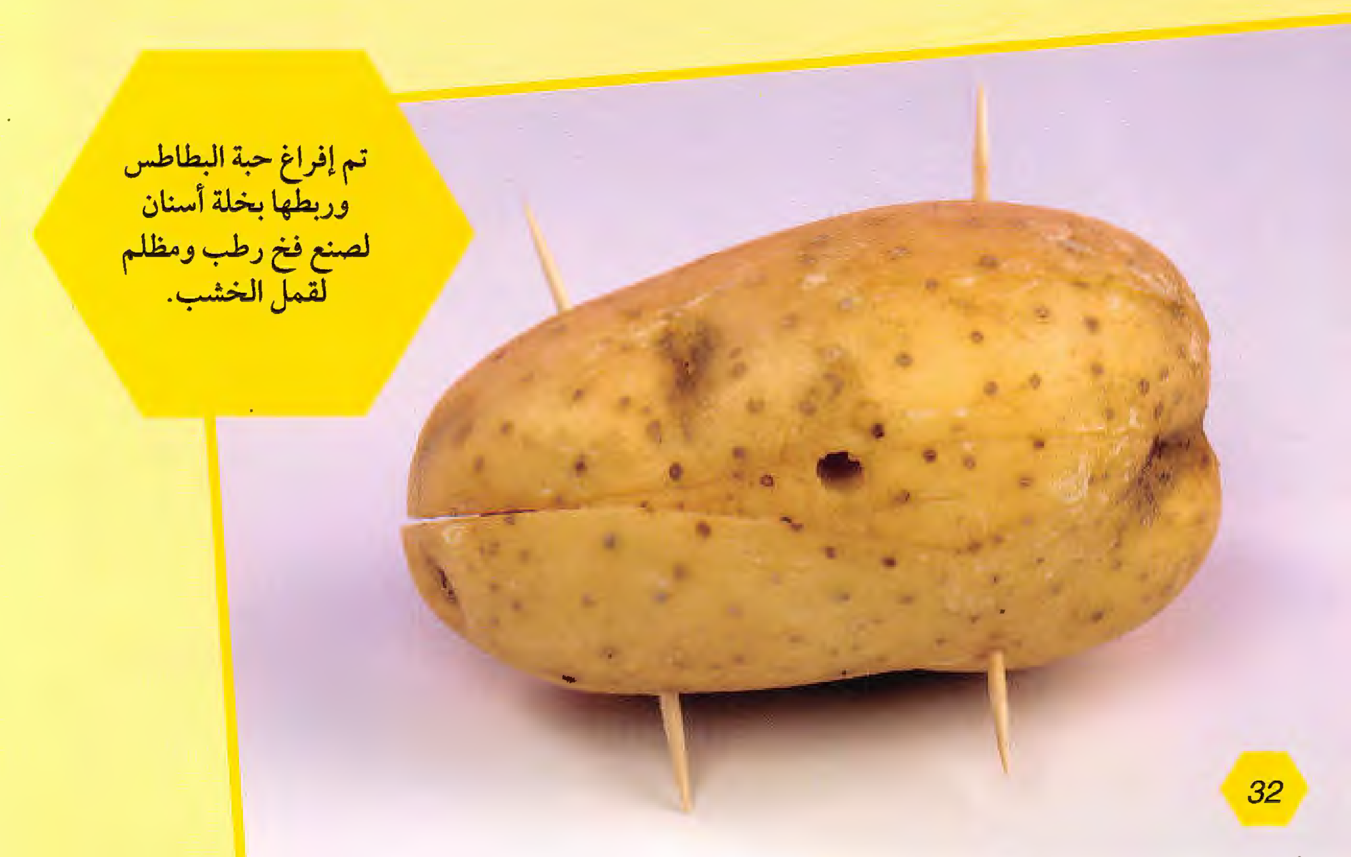
وضعت مجموعة من الطلاب خطة عملية بحث لمعرفة المزيد حول قمل الخشب.

1 طرح الأسئلة والتنبؤ:

أراد الطلاب إجابة السؤال «هل يفضل قمل الخشب بيئات رطبة أم جافة؟» فقاموا بالاطلاع على قمل الخشب فى دائرة المعارف وعلى شبكة الإنترنت. وكانت فرضية الطلاب بناء على اطلاعهم أن «قمل الخشب يفضل البيئة الرطبة».

2 وضع خطة عملية البحث:

احتاج الطلاب إلى الإمساك بعدد من قمل الخشب دون إيذائهم. شقت المدرسة حبة بطاطس إلى نصفين بطولها وأفرغت قلبها. ثم قامت بعد ذلك بتثبيت النصفين ببعضهما بخلة أسنان خشبية، وشقت نفقًا ضئيلًا في القلب. ترك الطلاب الفخ فى الحديقة طوال الليل. وكان فى اليوم التالي مليئًا بقمل الخشب.



تم إفراغ حبة البطاطس وربطها بخلة أسنان لصنع فخ رطب ومظلم لقمل الخشب.



تستطيع رؤية القليل من قمل الخشب على الجانب الرطب، ولاشيء منه على الجانب الجاف.

3 **الحصول، والتسجيل، وتقديم الأدلة:**

وضع الطلاب فوطة ورقية جافة على أحد نصفي صندوق أحذية، وفوطة ورقية منداة على النصف الآخر. وقاموا بإسقاط عشرين قملة خشب فى المنتصف وكسوا الصندوق بغطائه. ثم قاموا بعد دقيقتين برفع الغطاء وأحصوا بسرعة عدد قمل الخشب الموجود على كل جانب من الصندوق. وتكرر الاختبار عدة مرات، وتم تسجيل جميع النتائج. ثم قام الطلاب بإطلاق سراح قمل الخشب فى الحديقة.

4 **تحليل الأدلة واستخلاص النتائج:**

قامت نتائج خمس من ست محاولات بتأييد الفرضية. وأظهرت النتائج فى أول إحصائين أن جميع قمل الخشب العشرين كانوا على الجانب الرطب. وكان هناك فى المحاولة الثالثة تسعة عشر على الجانب الرطب وواحدة على الجانب الجاف. وفى المحاولتين الرابعة والخامسة، كان هناك ثمانى عشر على الجانب الرطب، وواحدة على الجانب الجاف، وواحدة فى المنتصف. ذهب الطلاب لتناول الغداء وعندما عادوا وقاموا بالاختبار الأخير كان نصف قمل الخشب موجودًا على الجانب الجاف ونصفهم على الجانب الرطب.

5 **تقييم عملية البحث:**

بدأت الدنيا تمطر بعد المحاولة الأخيرة. وفكر أحد الطلاب فى احتمال أن الهواء كان مشبعًا بالرطوبة بحيث أصبح قمل الخشب مندى بشكل كاف حتى على الجانب الجاف. لاكتشاف ذلك يستلزم إجراء تجربة مختلفة.

التجارب باستخدام نماذج Experiments using models

يستخدم العلماء أحيانًا نماذج للإجابة على أسئلة. النماذج فى العلم عبارة عن تصورات صغيرة لشىء ما. فلو كنت تريد معرفة إن كان الدهن يساعد الحوت على أن يظل دافئًا، فسوف يكون من الصعب اختبار حوت حقيقى، لكنك تستطيع أن تغلف شيئًا ضئيلًا بالدهن وأن تستخدم مقياس حرارة (ترمومتر) لترى إذا ظل دافئًا. سوف يكون ذلك استخدام نموذج.

تمثل العواصف، وباطن الأرض، **والمجرات** مجرد أمثلة قليلة لأشياء ضخمة جدًا أو صعبة للتعامل معها. قد تكون الكمبيوترات مفيدة جدًا عندما نريد استكشاف تلك الأشياء. يضع العلماء المعلومات فى الكمبيوترات لصنع نماذج للأشياء المختلفة.



يتغير طول الظلال بتغير موضع الشمس أثناء النهار

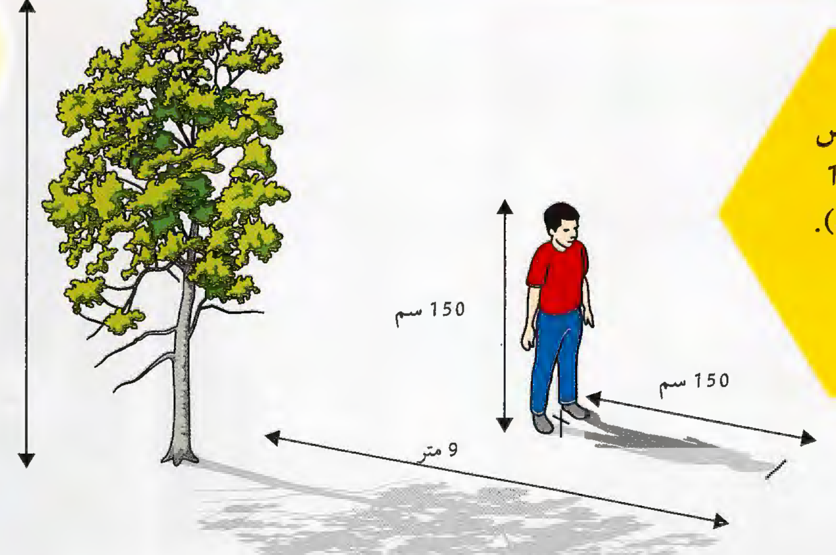
تستطيع أن تكون نموذجاً! : You can be a model!

هل سألت يومًا عن مدى طول وارتفاع شجرة أو بناء؟ دار فكر أحد العلماء القدامى حول أنه يستطيع قياس ظل بناء لمعرفة ارتفاعه. تكون الظلال أطول عندما تبدو الشمس منخفضة فى السماء، وتكون أقصر عندما تكون الشمس مرتفعة. وبالتأكيد الشمس تتحرك عبر السماء لأن كرتنا الأرضية تدور.

استنتج العالم إلى أنه لو اكتشف الوقت فى النهار الذى يتساوى فيه طول ظله مع طول قامته، فإنه يستطيع قياس ظل البناء فى نفس الوقت. فمن شأن الطول أن يكون مساويًا لارتفاع البناء. لقد طرح سؤالاً، ثم استنبط طريقة لإجابته عن طريق اختباره على نموذج – وهو جسده الخاص وظله.

حاول ذلك! TRY IT !

اطلب من أحد الأشخاص أن يقيس طولك. ثم اعثر على بقعة فى الخارج تستطيع فيها رسم خط بنفس هذا القياس على الأرض. اجعل الخط يذهب فى الاتجاه الذى يذهب فيه ظلك. قف عند طرفه فى أوقات مختلفة من النهار. عندما يكون ظلك بنفس طول الخط. قس الظل الخاص بأى بناء أو شجرة. سوف يكون هذا القياس مساويًا لارتفاعها.



عندما يبلغ ظلك القياس الخاص بطولك (150 سنتيمتر فى هذه الحالة). قس ظل الشجرة.

ربط الأشياء ببعضها Tying it together

يكتب العلماء الحقيقيون منشورات وكتب حول نتائج وتفاصيل عمليات البحث الخاص بهم. وبذلك يستطيع علماء آخرون بهذه الطريقة محاكاة تجاربهم والتحقق مما إذا كانت نتائجهم متماثلة. إذا لم يتمكن علماء آخرون من تكرار التجارب والحصول على نفس النتائج فلن يكون قد تم إثبات شيء.

يرتكب العلماء فى بعض الأحيان أخطاء، فيساعد قيام علماء آخرون بنفس التجربة مرة أخرى على اكتشاف تلك الأخطاء.

ادعاء خاطئ: A mistaken claim

فى عام 1989، ادعى عالمان أنهما اكتشفا طريقة لاختراع طاقة تسمى **الاندماج البارد**. وأصبح العالمان على أغلفة المجلات، والتليفزيون والصحف لأنه كان اكتشافًا مهمًا.

لكن عندما حاول علماء آخرون تكرار عملية البحث، لم يستطع أحد أن يجعله ينجح. إن العالمين رغم كل شيء لم ينجحا فى اكتشاف الاندماج البارد. كانت هناك أخطاء فى طريقة إجراء تجاربهما.

ظن «مارتين فليشمان» (إلى اليمين) و»ستانلى بونس «(إلى اليسار) أنهما اكتشفا الاندماج البارد. لكنهما لسوء الحظ ارتكبا أخطاء.



تصويب الأخطاء: Correcting mistakes

من الممكن بعد إجراء المزيد من الاختبارات عن طريق علماء آخرين أن يتم إثبات صحة فرضية وقبولها. جزء مهم جدًا من البحث العلمى فى عالم الواقع هو التواصل، حتى يستطيع الآخرون اختبار أى تجربة. يجب أن يتم تدوين البحث العلمي بعناية لشرح كيف تم القيام به. ويجب أيضًا تدوين النتائج بشكل واضح حتى يستطيع العلماء الآخرون استيعابها.

كثيرًا ما كان الناس فى الماضى يصلون إلى استنتاجات خاطئة لأن عمليات البحث كان يشوبها شيء من الخطأ. وهذا هو السبب فى أن العلماء الآخرون يحتاجون للحصول على المعلومات لاختبارها بأنفسهم. لا يتحتم عليك فى العلم أن تقبل كلمة شخص عن شيء، فى استطاعتك اختباره بنفسك. هذه أحد الأشياء التى تجعل البحث العلمى ينجح فى عالم الواقع. وقد تم تصويب العديد من الاستنتاجات الخاطئة بهذه الطريقة.

هل تعلم؟
DID YOU KNOW?

اعتاد الناس منذ حوالي 400 إلى 500 عام ماضية على إلقاء اللوم على الساحرات عندما ترتبك الأمور. كان الناس يؤمنون بأنه إذا تم وضع امرأة فى بحيرة فهذا يدل إن كانت ساحرة أم لا. كان المسئولون يقولون لو طَفَتْ فهذا دليل على أنها ساحرة. ولو غاصت فإنها لم تكن ساحرة. هل كانوا يستخدمون البحث العلمى؟.



المشاريع العلمية: Science projects

يجب عليك عندما تقوم باستخدام البحث العلمى أن تتأكد من تسجيل كل شيء بدقة. عليك تدوين عملية البحث حتى يستطيع الآخرون الاطلاع على ما قمت به والقيام بنفس الشيء.

تأكد من أن نتائجك مدونة بشكل سهل الفهم.

يقوم العديد من الطلاب بعرض مشاريعهم العلمية. وكثيرًا ما يقومون بشكل ممتاز باتباع خطوات البحث العلمى. لكنهم لا يقوموا أحيانًا إلا باتباع الخطوات بشكل صحيح إلى أن يصلوا إلى استنتاج.

استنتج فقط ما قمت بإثباته: Only conclude what you have proven

يمثل تحليل الأدلة واستخلاص النتائج أجزاء مهمة جدًا من البحث العلمى. الاستنتاج هو تصريح مبني على نتائجك. من المهم التأكد من أن النتيجة مؤيدة بالأدلة. ويجب عليك ألا تستنتج إلا ما تم إثباته عن طريق تجربتك. ولابد أن تتأكد من عدم وصولك إلى استنتاجات لم يتم إثباتها عن طريق نتائجك.



كثيرًا ما يوضح دفتر ملاحظات معمل العلوم نتائج التجربة برسوم وجداول مدونة بشكل واضح.

لنقل على سبيل المثال، أنك قمت بإجراء تجربة أكل الكلب (صفحات (10-13) من هذا الكتاب). كان كل ما أثبته هو أن كلبك فضل أحد أصناف الطعام على الآخر. فإذا قلت إنه أحبه لأنه كان أفضل فى المضغ فسيكون ذلك استنتاجًا خاطئًا، لأنك لم تثبت ذلك. ولو قلت أن معظم الكلاب تحب أكثر ذاك الصنف لكان هذا غير صحيح. فإنك لم تثبت ذلك أيضًا.

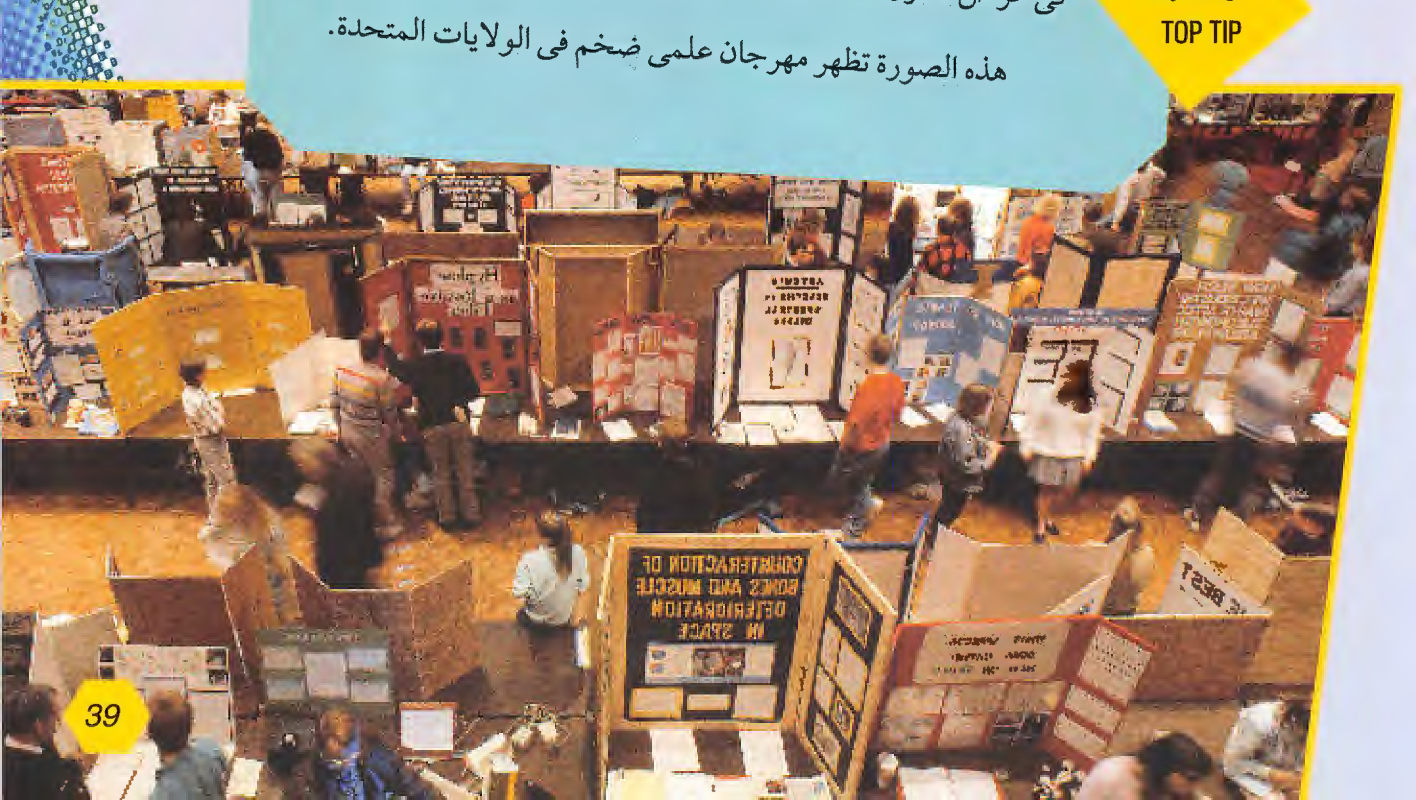
الاستطراد: Going further

تقييم يتضمن معلومات عن أى أخطاء تم ارتكابها أثناء التجربة. ويقوم العلماء الحقيقيون بذلك أيضًا. تستطيع أيضًا مناقشة الطرق التى قد تؤدى إلى تحسين عملية البحث. وتستطيع الإشارة إلى الاختبارات التى قد تكون مفيدة. وتستطيع أيضًا اقتراح المزيد من البحث.

ملحوظة مهمة: TOP TIP

تمثل صور اختباراتك المحددة طريقة ممتازة لإظهارها فى عرض مشروعات علمية. لا تضع على الإطلاق شيئًا خطيرًا بالنسبة للأطفال فى عرض مشروعك.

هذه الصورة تظهر مهرجان علمى ضخم فى الولايات المتحدة.



وظائف تستخدم البحث العلمى Careers using scientific enquiry

البحث العلمى عبارة عن شىء تستطيع استخدامه فى المدرسة. وتستطيع أيضًا استخدامه إن كنت تعمل فى وظيفة علمية. تم تقسيم الدراسة العلمية إلى فروع مختلفة. فعلم الأرض عبارة عن دراسة الكرة الأرضية، ومحيطاتها، وصخورها، وبراكينها، وزلازلها، وهوائها وجوها. وعلم الفلك وهو دراسة الفضاء و يكون عادة ضمن علم الكرة الأرضية.

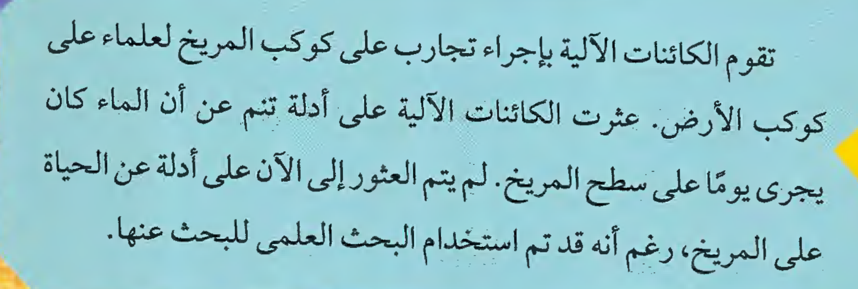
علم الحياة هو دراسة الأشياء الحية بما فى ذلك النباتات، والحيوانات، والفطريات، والميكروبات. ودراسة الجسد البشرى هو أيضًا جزء من علم الحياة.

علم الفيزياء هو دراسة **المادة** والطاقة. دراسات الضوء، والحرارة، والمغناطيس، والكهرباء هى جزء من هذا الفرع العلمى. والكيمياء من ضمن علم الفيزياء. ويدرس الكيميائيون مما صنعت الأشياء وكيف يمكن تغييرها.



يقوم هذا العالم بدراسة بركان. تسمح له الملابس الواقية بالاقتراب من الأبخرة والحمم.

هل تعلم؟
DID YOU KNOW?


تقوم الكائنات الآلية بإجراء تجارب على كوكب المريخ لعلماء على كوكب الأرض. عثرت الكائنات الآلية على أدلة تنم عن أن الماء كان يجرى يومًا على سطح المريخ. لم يتم العثور إلى الآن على أدلة عن الحياة على المريخ، رغم أنه قد تم استخدام البحث العلمى للبحث عنها.

أخذت المركبة الآلية «سوجورنير» (وتعنى الزائرة) عينات صخور من المريخ يستطيع العلماء عندها معرفة المزيد حول الكوكب.

تأثير البحث العلمى فى العمل: Scientific enquiry at work

تستخدم جميع فروع العلم البحث العلمى. يقوم بعض العلماء بعمليات البحث باستخدام نماذج الكمبيوتر. فمثلا يستخدم علماء الطقس نماذج الكمبيوتر لاستيعاب الأنماط الجوية والقيام بالتنبؤات. فهم يستطيعون التنبؤ بالأعاصير والعواصف الأخرى عن طريق تقديم المعلومات إلى الكمبيوترات.

يتم استخدام البحث العلمى فى علم الفلك. يقوم رواد الفضاء بعمليات بحث فى محطة الفضاء الدولية. قامت مركبات فضاء آلية تدعى (Space Probes) بالاستكشاف والتجارب على كواكب أخرى.

قام علماء الفلك منذ عدة أعوام بطرح فرضية بحتمية أن يكون هناك كوكب آخر أبعد من «نبتون» . وقاموا حتى بالتنبؤ عن مكان تواجده. وعندما قام الفلكيون بالبحث فى هذا الجزء من السماء، اكتشفوا «بلوتو». وهم يعثرون الآن على أشياء أكثر فى النظام الشمسي أبعد من «بلوتو». ويتم استخدام خطوات البحث العلمى كل يوم فى جميع فروع العلم.

العلم أثناء العمل: Science on the job

تستطيع العمل في مجال العلم عندما تكبر. مازال هناك الكثير من الأسئلة تنتظر الإجابة والكثير من المشاكل التي تنتظر الحل. أو تستطيع العمل في وظيفة تستدعي القدر الكبير من التعليم العلمي، مثل الطب أو الهندسة. ومن الممكن أن تصبح مدرس علوم.

للعلم تأثير هائل على حياة كل شخص حتى لو كانوا لا يعملون في وظيفة مرتبطة بالعلم. تذكر أن البحث العلمي هو طريقة لحل المشاكل وكشف الألغاز وتستخدمه الشرطة لكشف الجرائم، وتستخدمه إدارات الصحة العامة لمنع المرض والحفاظ علينا أصحاء. لو أصيب شخص بالمرض نتيجة تناول طعام في مطعم، يكتشف القائمون بعمليات البحث كيف حدث ذلك حتى لايحدث مرة أخرى.

يقوم هذا المحقق الشرطي بملاحظة الأدلة الجنائية والحصول على تسجيل مصور

يدرس موظفو الحكومة أنماط حركة المرور باستخدام نماذج الكمبيوتر للوصول إلى طرق تمنع الازدحام المروري. ويقوم صناع السيارات بتجارب على الأنماط الجديدة بدمى اختبار الصدمات، ويقومون بصدم السيارات لاكتشاف التصميمات الأكثر أمانًا. ويعمل علماء النبات كل يوم لإنتاج محاصيل أفضل لإطعام العالم.



لدى العديد من الشركات أقسام للبحث والتطوير، يقوم فيها أشخاص باستخدام البحث العلمي لتحسين منتجاتهم وابتداع منتجات جديدة. يقوم عدد كبير من الناس باستخدام البحث العلمي كل يوم في وظائفهم.



فكر مثل العالم: Think like a scientist

تستطيع أيضًا استخدام العلم فى حياتك اليومية. فكر مثل العالم. اطرح أسئلة واكتشف قدر استطاعتك. تستطيع البحث عن الأشياء على شبكة الإنترنت وفى الكتب. اسأل الناس الذين قد يكونوا على علم بالموضوع، ثم قم بوضع فرضية. اختبرها. تأكد من البحث بدقة . توصل إلى نتيجة تعتمد على نتائجك مع التأكد من أنك تستنتج ما قمت بإثباته. تستطيع الوصول إلى إجابة للعديد من الأسئلة، كبيرة وصغيرة، فى حياتك. البحث العلمى أداة مدهشة لمعرفة ما يدور فى عالمك – استخدمه!.

حاول ذلك!

TRY IT !

فكر أثناء قضاء يومك فى طرق تستطيع بها استخدام البحث العلمى – فى المنزل، فى المدرسة، فى أى مكان. ابحث عن الطرق التى يقوم الناس الآخرون باستخدامها دون الانتباه لذلك.

استخدام الرسوم البيانية فى حل المسائل العلمية Scientific enquiry flowchart

• طرح الأسئلة والتنبؤ: Ask questions and predict

انتق موضوعًا واجر بعض البحث. فكر فى سؤال تستطيع إجابته عن طريق التجارب. الفرضية عبارة عن تصريح تستطيع اختباره. سوف يحدث ما تتنبأ به.

• وضع خطة عملية البحث: Plan An Investigation

أى من المُتْغَيِريْن سوف يصبح مركز بحثك؟ خطط كيف تقوم بتغير واحد منهما، وقياس وتسجيل كيف يؤثر ذلك على الآخر. يجب المحافظة على المتغيرات الأخرى كما هى.

• الحصول، والتسجيل، وتقديم الأدلة:

Obtain, record, and present evidence

قم بعملية البحث ولاحظ بدقة. خذ ودون القياسات المضبوطة . تحكم فى المتغيرات الأخرى فى الاختبار المحدد. اختبر الأشياء أكثر من مرة. انتق طريقة لتقديم نتائجك بشكل واضح.

• تحليل الأدلة واستخلاص النتائج:

Analyse the evidence and draw conclusions

ما الذى تظهره البيانات؟ هل هناك أى أنماط أو نتائج غريبة؟ هل كانت تنبؤاتك صحيحة؟

• تقييم البحث: Evaluate the investigation

التقييم هو اختبار جودة مسار عملية البحث وحتى لو ثبت أن فرضيتك خاطئة، فإنك قد تعلمت شيئًا.

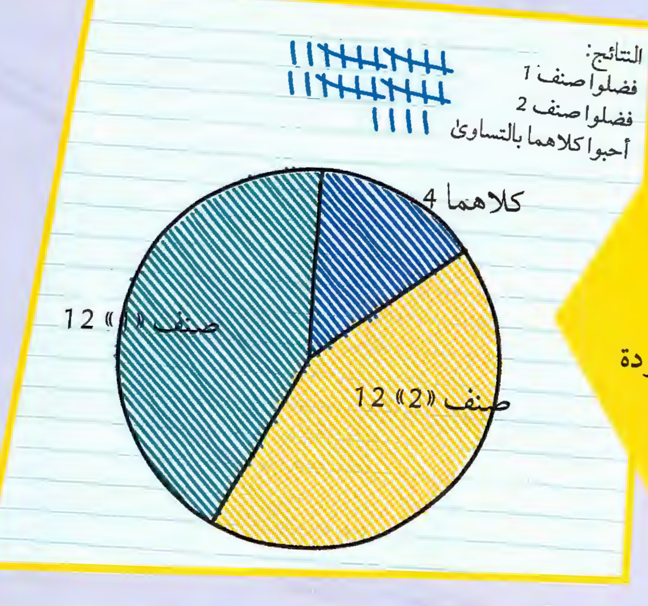
هل يوجد طريقة مختلفة تعمل بشكل أفضل؟

هل جعلتك الأدلة تطرح المزيد من الأسئلة؟

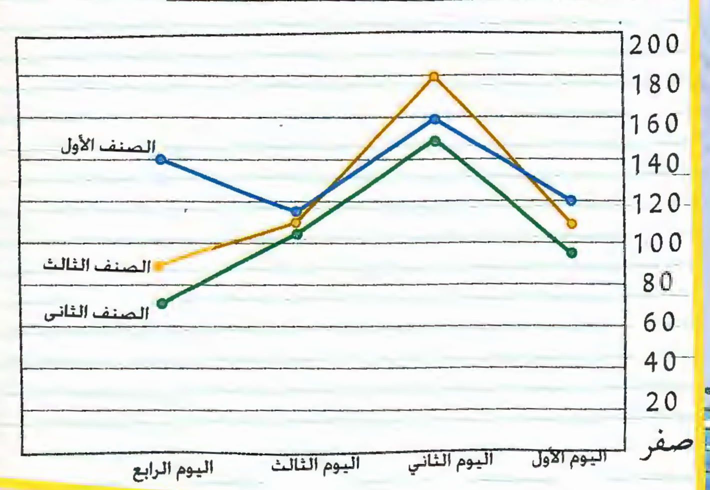
إذا كان الأمر كذلك، تستطيع أن تبدأ عملية بحث جديدة.

لوحات الأعمدة مفيدة لمقارنة القياسات أو الكميات الموجودة في نتائجك.





توضح اللوحات القرصية بوضوح الكسور والنسب المئوية الموجودة في نتائج دراستك.



	صنف «أ»	صنف «ب»	صنف «ج»
يوم 1	120	95	110
يوم 2	160	150	180
يوم 3	115	105	110
يوم 4	90	70	140

اللوحة الخطية اختيار جيد إن كنت تحاول توضيح كيف تتغير الأمور بمرور الوقت.

قائمة المصطلحات Glossary

- **يمتص** : يتشرب سائل.
- **أنثراكس** : مرض فى الحيوان تسببه بكتيريا ويستطيع الانتقال إلى البشر.
- **بكتيريا** : هى كائنات حية دقيقة وحيدة الخلية والتى لا يمكن رؤيتها إلا من خلال المجهر أو الميكروسكوب.
- **سرطان** : مرض ضار تنمو فيه بعض الخلايا دون ضابط وبشكل ضار.
- **سنتيمتر مربع**: مربع يكون سنتيمتر واحد فى العرض وسنتيمتر واحد فى الطول.
- **اندماج بارد**: طريقة لإنتاج الطاقة عن طريق التحام مراكز الذرات مع بعضها دون درجات حرارة مرتفعة. حاول العلماء التوصل إلى الاندماج البارد دون نجاح.
- **استنتاج**: التقرير بعد التطلع إلى نتائج التجربة إذا ما كانت الفرضية صحيحة أم لا.
- **جهاز حماية المستهلك** : وهو الجهاز الذى يعمل على توجيه وحماية المستهلكين.
- **ضابط**: يدع الضابط فى التجربة الشىء الذى تختبره جانبًا أو دون تغيير.
- **تجربة**: اختبار دقيق لرؤية إن كانت الفرضية صحيحة.
- **اختبار محدد**: تغيير متغير واحد فى وقت من التجربة مع الاحتفاظ بكل شىء آخر على حاله.
- **فطر (أكثر من واحد يسمى فطريات)**: كائن حى مثل العفن أو عيش الغراب، الذى قد يبدو كنبات، لكنه لا يستطيع صنع غذائه مثل أي نبات.
- **مجرة**: مجموعة كبيرة جدًا من النجوم.
- **أسطوانة مدرجة**: إناء انبوبى الشكل عليه علامات بخطوط لقياس السوائل أو الأشياء الصلبة.
- **رسم بيانى**: رسم يظهر العلاقة بين أرقام.
- **فرضية**: إجابة متنبأ بها على سؤال من المستطاع اختبارها عن طريق إجراء تجربة.
- **متطابق**: متشابه تمامًا.
- **لا فقارى**: حيوان دون عمود فقارى.
- **عملية البحث**: استخدام البحث العلمى لمعرفة شىء.
- **مادة**: أى شىء له وزن ويشغل فراغًا.
- **قياس**: تحديد حجم أو كمية شىء ما عن طريق مقارنته بشىء آخر.
- **ميكروب (جرثومة)**: كائن حى ضئيل جدا لايُرى دون مجهر (ميكروسكوب).
- **نموذج**: تمثيل للشىء الحقيقى.
- **ملاحظة**: التعرف باستخدام حواسك وخاصة عن طريق الرؤية.

- **قرص مموه**: قرص غير ضار لا يحتوى على عقار.
- **تنبؤ**: قول ما تظن أنه سوف يحدث.
- **عصر النهضة**: إعادة الولادة العظيمة للمعرفة فى أوروبا التى حدثت من القرن الرابع عشر إلى السادس عشر.
- **نتائج**: ما الذى انتهت إليه التجربة، غالبًا باستخدام القياسات.
- **عينة**: مجموعة محدودة يتم اختبارها فى عملية بحث لمعرفة شيء عن مجموعة أضخم.
- **بحث علمى**: طريقة علمية لكشف الأشياء، يقوم عادة باتباع هذه الخطوات:

طرح أسئلة وتنبؤ، وضع خطة لعملية البحث، الحصول والتسجيل والتقديم للأدلة، تحليل الأدلة، استخلاص النتائج، تقييم عملية البحث.

- **بوغ**: خلية بالغة الصغر مثل البذرة، تستطيع النمو لتصبح فطرًا جديدًا.
- **غير موضوعى**: يتعلق بمشاعرك أو آراءك بدلًا من الحقائق.
- **لقاح (تطعيم)**: حقنة أو شيء يبلع يحتوى على جراثيم ميته أو تم إضعافها للحماية ضد مرض.
- **متغير**: الشيء الذى يمكن تغييره فى التجربة.

Further reading أهم المراجع

- *100 Science Experiments, Andrews, Georgina (Usborne Publishing, 2005).*

100 تجربة علمية.

- *Experiment with Movement, Murphy, Brain (Two-can Publishing, 2002).*

تجربة مع الحركة.

- *Has a Cow saved your Life?, underwood, Deborah*

هل أنقذت بقرة حياتك (Heinemann Library, 2006).

- *The Mystery of Life on Other Planets, Oxlade, Chris*

لغز الحياة على كواكب أخرى. *(Heinemann Library, 2002).*

المحتويات Index

* دراسات السلوك الحيوانى 23، 30-33.
* أنثراكس 4، 5، 6
* علم الفلك 40، 41
* بكتيريا 4، 6
* اختبارات عشوائية 26-27.
اختبارات عشوائية مزدوجة 26، 27
* مهن فى العلم 40-43
* لوحات ورسومات بيانية 13، 17، 29، 45.
* كيمياء 40
* اندماج بارد 36
* استنتاجات 13، 38-39، 43، 44
* زائفة 36، 37، 39
* مجموعات المستهلكين 14.
* ضوابط 22-23، 27.
– مجموعات ضابطة 23.
* اختبارات مفاجئة 42، 43.
* تحقيقات الجرائم 42.
* اختبارات محددة 11
* فطريات 18
* جاليليو جاليلى 8
* جين جودال 31
* اسطوانات مدرجة 16
* فرضيات 6، 7، 10، 12، 13، 15، 19-21، 24، 25، 28، 32، 33، 37، 41، 43، 44.
* أبحاث 5، 7، 9، 10-13، 43، 44.
– دراسات السلوك الحيواني 23، 30-33.
– اختبارات عشوائية 26-27.
– زراعة عفن 18-21.
– امتصاص ورق المطبخ للماء 14-17.
– أخطاء 36، 37، 39
– ضوء الشمس ونمو النبات 24-25.
– اختبار التذوق 28-29
– متغيرات 11، 28.
– تجربة قمل الخشب 32-33.
* علم الحياة 40.
* سرطان الرئة 23.
* كوكب المريخ 41.
* قياسات 7، 10، 11.
* تجارب طبية 27.
* ميكروبات 5، 6
* نماذج 34 – 35.
– نماذج كمبيوتر 41، 4.
* عفن –18 21.
* ملاحظات 6، 44.
* لويس باستير 4، 6.
* البسترة 5.
* صور 39
* أقراص مموهة 27
* تنبؤ 6، 7، 10، 14، 15، 19، 24، 28، 32، 41، 44.
* طرح الأسئلة 5، 6، 9، 43، 44.
* حفظ السجلات 7، 10، 13، 38-39.
* عصر النهضة 8
* نتائج 7، 12-13،
– توصيلها لآخرين 7، 13، 44.
* تجارب كائنات آلية 41.
* عينات 12
* تعريف العلم 6
* مشاريع علمية 38، 39
* بحث علمى 5، 6-7، 8-13، 37، 38، 41، 42-43، 44.
* طول الظل 34، 35.
* حيات 23
* عدم الموضوعية 26
* ضوء الشمس ونمو النبات 24-25.
* اختبارات التذوق 28-29
* الطعوم 4، 5، 6.
* متغيرات 11، 28
* اندرياس فيساليوس
* تنبؤ الطقس 41.
* ساحرات 37.